

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of: Keishi NAKAMURA et al.

Serial No.:09/825,446

Group Art Unit:1745

Filed: April 4, 2001

For: LOW RESISTANCE VALUE RESISTOR

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

Commissioner for Patents
Washington, D. C. 20231



Date: June 11, 2001

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign applications is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

Japanese Patent Application No. 2000-102616, Filed April 4, 2000

Japanese Patent Application No. 2000-342198, Filed November 9, 2000

Japanese Patent Application No. 2000-380723, Filed December 14, 2000

Japanese Patent Application No. 2001-063955, Filed March 7, 2001

In support of this claim, the requisite certified copies of said original foreign applications is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copies.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,

ARMSTRONG, WESTERMAN, HATTORI,
MCLELAND & NAUGHTON, LLP

A handwritten signature in black ink, appearing to read "William G. Kratz, Jr."

William G. Kratz, Jr.
Attorney for Applicants
Reg. No. 22,631

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日

Date of Application:



2001年 3月 7日

出願番号

Application Number:

特願2001-063955

出願人

Applicant(s):

コーポ株式会社

2001年 5月 18日

特許庁長官

又川耕造

出証番号 出証特2001-3042337

【書類名】 特許願

【整理番号】 A1030001

【提出日】 平成13年 3月 7日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01C 17/00

【発明の名称】 抵抗器、その抵抗器を用いる電子部品及びそれらの使用方法

【請求項の数】 28

【発明者】

【住所又は居所】 長野県上伊那郡箕輪町大字中箕輪 14016-149番地 コーア株式会社内

【氏名】 仲村 圭史

【特許出願人】

【識別番号】 000105350

【氏名又は名称】 コーア株式会社

【代理人】

【識別番号】 100076428

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 康徳

【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100112508

【弁理士】

【氏名又は名称】 高柳 司郎

【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 康弘

【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100116894

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 秀二

【電話番号】 03-5276-3241

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2000-342198

【出願日】 平成12年11月 9日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003458

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0102486

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 抵抗器、その抵抗器を用いる電子部品及びそれらの使用方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】

略板状の抵抗用合金からなる抵抗体と、
高導電率の金属からなる少なくとも二つの第一の電極と、
金属からなる少なくとも二つの第二の電極とを有し、
前記第一の電極は、前記抵抗体の第一の面かつ前記抵抗体の両端部に、前記第二の電極は、前記第一の面に対向する第二の面かつ前記抵抗体の両端部に、前記第一および第二の電極が前記抵抗体を挟むように配置され、前記第一の電極の厚さは、前記抵抗体の厚さの1/10より大きいことを特徴とする抵抗器。

【請求項2】

前記第一の電極の表面には溶融はんだ材または鉛フリー溶融はんだ材が被覆されていることを特徴とする請求項1に記載の抵抗器。

【請求項3】

前記抵抗体には、電圧測定用のワイヤを接続すべき位置が形成されていることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の抵抗器。

【請求項4】

前記第一の電極に用いる電極材料の比抵抗が、前記抵抗体に用いる抵抗体材料の比抵抗に対して1/150より大きく1/2より小さいことを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の抵抗器。

【請求項5】

前記抵抗体材料は、Fe-Cr系合金、Cu-Ni系合金、Ni-Cr系合金、6元系合金、7元系合金、8元系合金、9元系合金、Pd-Pt系合金、Au-Ag合金、Au-Pt-Ag合金から選ばれることを特徴とする請求項4に記載の抵抗器。

前記抵抗体は、その厚みを研磨加工、エッチング加工、ウルトラソニック加工またはエッティング加工のいずれかの加工により所定の抵抗値を有するように調整されて

いることを特徴とする請求項1乃至請求項5に記載の抵抗器。

【請求項7】

高導電率の金属によりなる互いに分離した少なくとも2つの電極と、前記電極に電気的かつ機械的に結合された略板状の抵抗用合金からなる抵抗体とを有し、

前記電極の厚みは、前記抵抗体の厚さの1/10より大きいことを特徴とする抵抗器。

【請求項8】

前記電極の表面には溶融はんだ材または鉛フリー溶融はんだ材が被覆されていることを特徴とする請求項7に記載の抵抗器。

【請求項9】

前記抵抗体には、電圧測定用のワイヤを接続すべき位置が形成されていることを特徴とする請求項7または請求項8に記載の抵抗器。

【請求項10】

前記電極に用いる電極材料の比抵抗が、前記抵抗体に用いる抵抗体材料の比抵抗に対して1/150より大きく、1/2より小さいことを特徴とする請求項7乃至請求項9のいずれか1項に記載の抵抗器。

【請求項11】

前記抵抗体材料は、Fe-Cr系合金、Cu-Ni系合金、Ni-Cr系合金、6元系合金、7元系合金、8元系合金、9元系合金、Pd-Pt系合金、Au-Ag合金、Au-Pt-Ag合金から選ばれることを特徴とする請求項10に記載の抵抗器。

【請求項12】

前記抵抗体は、その厚みを研磨加工、レーザ加工、サンドブラスト加工またはエッティング加工のいずれかの加工により所定の抵抗値を有するように調整されていることを特徴とする請求項7乃至請求項11に記載の抵抗器。

請求項1乃至請求項6に記載の抵抗器の使用方法であつて、

前記第二の電極上でかつ前記第二の電極の電流の向きに沿う長さの1/2より

も外側に電圧測定用のワイヤを接続して使用することを特徴とする抵抗器の使用方法。

【請求項14】

請求項7乃至請求項12に記載の抵抗器の使用方法であって、前記電極が前記抵抗体の第一の面でかつ前記抵抗体の両端部に配置され、前記抵抗体の第一の面に対向する第二の面でかつ前記電極の電流の向きに沿う長さの1/2よりも外側に電圧測定用のワイヤを接続して使用することを特徴とする抵抗器の使用方法。

【請求項15】

略板状の抵抗体用合金からなる抵抗体であって、前記抵抗体の第一の面および両端部近傍に少なくとも二つの第一の電極、並びに前記第一の面に対向する第二の面および両端部近傍に少なくとも二つの第二の電極を有する前記抵抗体と、

前記抵抗体の前記第二の電極に接続される少なくとも二つの第一の基板電極、および前記抵抗体の前記第一の電極に金属ワイヤを介して接続される少なくとも二つの第二の基板電極を有する絶縁基板とを有し、

前記抵抗体の前記第二の電極は、高導電率の金属により前記抵抗体の厚さの1/10以上に形成されていることを特徴とする電子部品。

【請求項16】

前記第一の電極の表面には溶融はんだ材または鉛フリー溶融はんだ材が被覆され、前記溶融はんだ材または鉛フリー溶融はんだ材を介して前記第一の電極が前記絶縁基板と接続されていることを特徴とする請求項15に記載の電子部品。

【請求項17】

前記第一の電極と前記金属ワイヤとは、前記抵抗体を流れる電流の向きに沿う、前記第一の電極の長さの1/2より外側で接続されていることを特徴とする請求項15または請求項16に記載の電子部品。

【請求項18】

前記第一の電極と前記金属ワイヤとは、前記抵抗体を流れる電流の向きに沿う、前記第一の電極の長さの1/2より外側で接続されていることを特徴とする請求項15乃至請求項17のいずれか1項に記載の電子部品。

【請求項19】

前記抵抗体材料は、Fe-Cr系合金、Cu-Ni系合金、Ni-Cr系合金、6元系合金、7元系合金、8元系合金、9元系合金、Pd-Pt系合金、Au-Ag合金、Au-Pt-Ag合金から選ばれることを特徴とする請求項18に記載の電子部品。

【請求項20】

前記抵抗体は、その厚みを研磨加工、レーザ加工、サンドブラスト加工またはエッティング加工のいずれかの加工により所定の抵抗値を有するように調整されていることを特徴とする請求項15乃至請求項19に記載の電子部品。

【請求項21】

略板状の抵抗体用合金からなる抵抗体であって、前記抵抗体の第一の面および両端部近傍に少なくとも二つの電極を有する前記抵抗体と、

前記抵抗体の前記電極に接続される少なくとも二つの第一の基板電極、および、前記抵抗体の前記第一の面に対向する第二の面かつ両端部近傍に金属ワイヤを介して接続される少なくとも二つの第二の基板電極を有する絶縁基板とを有し、

前記抵抗体の前記電極は、高導電率の金属により前記抵抗体の厚さの1/10以上に形成されていることを特徴とする電子部品。

【請求項22】

前記抵抗体と前記金属ワイヤとは、前記抵抗体を流れる電流の向きに沿う、前記電極の長さの1/2より外側で接続されていることを特徴とする請求項21に記載された電子部品。

【請求項23】

前記電極の表面には溶融はんだ材または鉛フリー溶融はんだ材が被覆され、前記溶融はんだ材または鉛フリー溶融はんだ材を介して前記電極が前記絶縁基板と接続されていることを特徴とする請求項21に記載の電子部品。

【請求項24】

前記電極の表面には溶融はんだ材または鉛フリー溶融はんだ材が被覆され、前記溶融はんだ材または鉛フリー溶融はんだ材を介して前記電極が前記絶縁基板と接続されていることを特徴とする請求項21の請求項22のうちのいずれか1項に記載の電子部品。

【請求項25】

前記抵抗体用合金は、Fe-Cr系合金、Cu-Ni系合金、Ni-Cr系合金、6元系合金、7元系合金、8元系合金、9元系合金、Pd-Pt系合金、Au-Ag合金、Au-Pt-Ag合金から選ばれることを特徴とする請求項21に記載の電子部品。

【請求項26】

前記抵抗体は、その厚みを研磨加工、レーザ加工、サンドブラスト加工またはエッチング加工のいずれかの加工により所定の抵抗値を有するように調整されていることを特徴とする請求項21乃至請求項25に記載の電子部品。

【請求項27】

請求項15から請求項20の何れかに記載された電子部品の使用方法であって、

前記少なくとも二つの第一の基板電極を介して流れる電流の測定に、前記少なくとも二つの第二の基板電極が利用されることを特徴とする使用方法。

【請求項28】

請求項21から請求項26の何れかに記載された電子部品の使用方法であって、

前記少なくとも二つの第一の基板電極を介して流れる電流の測定に、前記少なくとも二つの第二の基板電極が利用されることを特徴とする使用方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、抵抗器、および抵抗器の使用方法に関し、例えば、高電流検出に適する低抵抗素子部とその低抵抗素子部は導電率の高い金属導体を有する抵抗器およびその使用方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

大電流の検出用にミリオーム程度の極めて抵抗値が小さい抵抗器を用いることは良く知られている。この抵抗器を用いた大電流 I (A) の検出では、既知の低い抵抗値を有し、抵抗値の変動が少ない抵抗器 R (Ω) に、高電流 I (A) を流した時の抵抗器の両端における電圧降下 V (V) を測定し、 $I = V/R$ を用いて電流値 I (A) を算出する。

【0004】

電流検出用の抵抗器の一例を図12に示す。電流検出用の低抵抗器1000は、金属製の抵抗部1400および2つの電極部1100から構成されている。抵抗部1400は、例えば、Cu-Ni合金（例えば、CN49R）などの金属合金が用いられる。電極1100には、はんだ付け性を考慮してはんだ1200が施されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、抵抗器を用いて電流を精度よく測定するためには、電流を流したときの電流変化に対する抵抗値変化を小さくして電圧 (V) - 電流 (I) 特性を良くする必要がある。また抵抗器を精度良く使用するには、抵抗器の最適な電極の位置に4端子構造を形成し、電圧を測定する必要がある。すなわち、抵抗体の上下面に電極を形成し、ワイヤボンディングで上面より電圧測定をすることにより4端子構造を形成する。

【0006】

しかしながら、抵抗器を基板の電流印加用のパターンと接続する時の抵抗器の電極膜厚及び抵抗体膜厚が電圧測定に及ぼす影響に関する知見がなかったため電流測定に適した構造を有する抵抗器を製造できなかった。また抵抗器を用いて上記電圧測定用のボンディング用のワイヤを抵抗器と接続する際に、抵抗器のどの位置にワイヤを接続するのが電圧測定に最適であるのか不明であった。

【0007】

抵抗器を最適な状態で使用することができない。

【0008】

本発明は、上述の従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、電流測定に適した抵抗器、およびその使用方法を提供することである。

【0009】

またさらに本発明の目的は、上述の従来技術の問題点を解決するためになされた上述の電流測定に適した抵抗器を用いる電子部品およびその使用方法を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するための本発明に係る一実施形態の抵抗器は、以下の構成を有する。すなわち、略板状の抵抗用合金からなる抵抗体と、高導電率の金属からなる少なくとも二つの第一の電極と、金属からなる少なくとも二つの第二の電極とを有し、前記第一の電極は、前記抵抗体の第一の面かつ前記抵抗体の両端部に、前記第二の電極は、前記第一の面に対向する第二の面かつ前記抵抗体の両端部に、前記第一および第二の電極が前記抵抗体を挟むように配置され、前記第一の電極の厚さは、前記抵抗体の厚さの1/10より大きいことを特徴とする。

【0011】

また例えば、前記第一の電極の表面には溶融はんだ材または鉛フリー溶融はんだ材が被覆されていることを特徴とする。

【0012】

また例えば、前記抵抗体には、電圧測定用のワイヤを接続すべき位置が形成されていることを特徴とする。

【0013】

また例えば、前記第一の電極に用いる電極材料の比抵抗が、前記抵抗体に用いる抵抗体材料の比抵抗に対して1/150より大きく1/2より小さいことを特徴とする。

また例えば、前記抵抗体材料は、ニッケル系合金、ニッケル・鉄系合金、ニッケル-Cr系合金、6元系合金、7元系合金、8元系合金、9元系合金、Pd-Pt

系合金、Au-Ag合金、Au-Pt-Ag合金から選ばれることを特徴とする。また例えば、前記抵抗体は、その厚みを研磨加工、レーザ加工、サンドブラスト加工またはエッティング加工のいずれかの加工により所定の抵抗値を有するように調整されていることを特徴とする。

【0015】

上記目的を達成するための本発明に係る一実施形態の抵抗器は、以下の構成を有する。すなわち、高導電率の金属によりなる互いに分離した少なくとも2つの電極と、前記電極に電気的かつ機械的に結合された略板状の抵抗用合金からなる抵抗体とを有し、前記電極の厚みは、前記抵抗体の厚さの1/10より大きいことを特徴とする。

【0016】

上記目的を達成するための本発明に係る一実施形態の抵抗器の使用方法は、以下の構成を有する。すなわち、請求項1乃至請求項5に記載の抵抗器の使用方法であって、前記第二の電極上でかつ前記第二の電極の電流の向きに沿う長さの1/2よりも外側に電圧測定用のワイヤを接続して使用することを特徴とする。

【0017】

上記目的を達成するための本発明に係る一実施形態の抵抗器の使用方法は、以下の構成を有する。すなわち、請求項6乃至請求項9に記載の抵抗器の使用方法であって、前記電極が前記抵抗体の第一の面でかつ前記抵抗体の両端部に配置され、前記抵抗体の第一の面に対向する第二の面でかつ前記電極の電流の向きに沿う長さの1/2よりも外側に電圧測定用のワイヤを接続して使用することを特徴とする。

【0018】

上記目的を達成するための本発明に係る一実施形態の電子部品は、以下の構成を有する。すなわち、略板状の抵抗体用合金からなる抵抗体であって、前記抵抗体の第一の面および両端部近傍に少なくとも二つの第一の電極、並びに前記第一

の前記抵抗体と、前記抵抗体の前記第二の電極に接続される少なくとも二つの第一の基板電極、および前記抵抗体の前記第一の電極に金属ワイヤを介して接続さ

れる少なくとも二つの第二の基板電極を有する絶縁基板とを有し、前記抵抗体の前記第二の電極は、高導電率の金属により前記抵抗体の厚さの1/10以上に形成されていることを特徴とする。

【0019】

また例えば、前記第一の電極の表面には溶融はんだ材または鉛フリー溶融はんだ材が被覆され、前記溶融はんだ材または鉛フリー溶融はんだ材を介して前記第一の電極が前記絶縁基板と接続されていることを特徴とする。

【0020】

また例えば、前記第一の電極と前記金属ワイヤとは、前記抵抗体を流れる電流の向きに沿う、前記第一の電極の長さの1/2より外側で接続されていることを特徴とする。

【0021】

また例えば、前記第一の電極に用いる電極材料の比抵抗が、前記抵抗体に用いる抵抗体材料の比抵抗に対して1/150より大きく1/2より小さいことを特徴とする。

【0022】

また例えば、前記抵抗体材料は、Fe-Cr系合金、Cu-Ni系合金、Ni-Cr系合金、6元系合金、7元系合金、8元系合金、9元系合金、Pd-Pt系合金、Au-Ag合金、Au-Pt-Ag合金から選ばれることを特徴とする。また例えば、前記抵抗体は、その厚みを研磨加工、レーザ加工、サンドブラスト加工またはエッチング加工のいずれかの加工により所定の抵抗値を有するように調整されていることを特徴とする。

【0023】

上記目的を達成するための本発明に係る一実施形態の電子部品は、以下の構成を有する。すなわち、略板状の抵抗体用合金からなる抵抗体であって、前記抵抗体の第一の面および両端部近傍に少なくとも二つの電極を有する前記抵抗体と、

前記抵抗体の第一の面に對向する第二の面から両端部近傍に金属ワイヤを介して接続される少なくとも二つの第二の基板電極を有する絶縁基板とを有し、前

記抵抗体の前記電極は、高導電率の金属により前記抵抗体の厚さの1／10以上に形成されていることを特徴とする。

【0024】

上記目的を達成するための本発明に係る一実施形態の電子部品の使用方法は、以下の構成を有する。すなわち、請求項13から請求項17の何れかに記載された電子部品の使用方法であって、前記少なくとも二つの第一の基板電極を介して流れる電流の測定に、前記少なくとも二つの第二の基板電極が利用されることを特徴とする。

【0025】

上記目的を達成するための本発明に係る一実施形態の電子部品の使用方法は、以下の構成を有する。すなわち、請求項18から請求項22の何れかに記載された電子部品の使用方法であって、前記少なくとも二つの第一の基板電極を介して流れる電流の測定に、前記少なくとも二つの第二の基板電極が利用されることを特徴とする。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下に、図面を参照して、本発明の好適な実施の形態である抵抗器および使用方法について詳細に説明する。

【0027】

なお、本実施の形態に記載されている電流の検出用にミリオーム程度の極めて抵抗値が小さい抵抗器の抵抗体として用いられる合金組成は、一例であり、特に特定的な記載がない限りは、この発明の範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではなく、製造する抵抗器の必要特性や仕様に応じて決定されるものである。

【0028】

【第1の実施の形態】

まず、第1の実施の形態の抵抗器について、その構造および特性を以下に説明

【第1の実施の形態】

【第1の抵抗器の構造】

図1に、基板150の導体パターン上にはんだ付けされた第1の実施の形態である抵抗器100を示す。

【0030】

抵抗器100は、110の金属製の抵抗体、接続端子である電極121と122、およびボンディング電極141と142から構成されている。抵抗器100は、1つの直方体形状を有する抵抗体110に2つの直方体形状の電極121と122および2つの直方体形状のボンディング電極141と142を図1に示すように接合した構造である。

【0031】

抵抗器100を用いた電圧測定においては、基板150の導体パターンと電極121と122とが接続され、ボンディング電極141と142には、ボンディング用のワイヤが例えばボンディング等によりそれぞれ接続されてボンディング電極141と142間の電圧降下が測定される。なお各ボンディング電極141と142では、各ボンディング電極141と142の横幅に対して図1に示すように1/2より外側の位置である143と144にワイヤを接続するのに適した位置が形成されている。

【0032】

抵抗体110の厚さ(t_R)は、例えば約 $50\sim 2000\mu m$ であり、各電極121、122の厚さ(t_E)は、約 $10\sim 500\mu m$ であり、電極120の厚みと抵抗体110の厚みの比は $t_E/t_R > 1/10$ に設計されている。また各ボンディング電極141、142の厚さは、約 $10\sim 100\mu m$ であり、各電極121、122の表面には、約 $2\sim 10\mu m$ のはんだ膜(例えば、溶融はんだ膜)が形成されている。

【0033】

抵抗器100は、放熱しやすいように設計されており、プリント配線板などに実装する際の基板150としては、例えばアルミニウム基板などの金属基板が用

【0034】

すなわち、高電流を測定したときに抵抗器100に発生する熱は、基板150

方向に伝達するために、抵抗器100と基板150との接合面が重要であり、抵抗器100は、基板150との接合面である電極121、122に熱伝導の良い銅の厚板を用い、接合面積を大きく取ることを特徴としている。

【0035】

また、高電流を測定するときの電流は、基板150のパターンより抵抗器100の一方の電極121を介して抵抗体110に流れ、さらに抵抗体110から他の1つの電極122へと流れる。また、ボンディング電極141と142を基板150のパターンにアルミニウムワイヤなどによりワイヤボンディングによって接続し、高電流を流したときのパターン間、すなわち抵抗器100の両端における電圧降下を測定する。なおボンディング電極141と142は、抵抗値精度を向上させる目的で抵抗体110に接合されている。このため図1の構造を有する抵抗器100は、大電流での使用が可能である。

【0036】

抵抗体110用材料としては、例えば、Cu-Ni合金(CN49Rなど)や図2に示す各種金属合金および各種貴金属合金が用いられ、仕様に応じて決定される比抵抗、TCR、抵抗値変化などの各種特性に適合する金属合金や貴金属合金などが図2より適宜選択されて使用される。また図2以外にも、例えば、マンガン・銅・ニッケル合金などを使用しても良い。

【0037】

また、図2に示すように、比抵抗が約2～約7 $\mu\Omega\cdot cm$ を有する貴金属合金を使用する場合には、極めて低い電気抵抗を有する抵抗体110が得られる。例えば、これらの貴金属合金を抵抗体110として使用する場合には、図1に示す構造の抵抗器100の抵抗値は、約0.04～0.15mΩとなる。

【0038】

また電極121および122の材料としては、電気抵抗が抵抗体110に比べて小さい銅材料など(例えば、比抵抗1.6 $\mu\Omega\cdot cm$ 程度)が用いられ、抵抗

接合される。

【0039】

なお電極121および122用に用いられる電極材料および抵抗体110用に用いられる抵抗体材料とは、それらの材料の比抵抗の比が、次式に示す。

$$\text{電極材料の比抵抗} / \text{抵抗体材料の比抵抗} = 1 / 150 \sim 1 / 2$$

の条件を満たす比抵抗を有する材料を用いて作製されるのがより好ましい。

【0040】

ボンディング電極141と142の材料としては、ニッケル材料（例えば、6.8 $\mu\Omega\text{cm}$ 程度）、アルミニウム材料（例えば、2.6 $\mu\Omega\text{cm}$ 程度）または金材料（例えば、2.0 $\mu\Omega\text{cm}$ 程度）などが用いられる。2つの電極121および122の電極面は、高電流を測定する際に発生する熱を放熱しやすくするため、基板150方向に熱が伝達されやすいように電極面積を広くとるように設計されており、熱伝導性の良い金属（例えば銅など）を用い、接合面積を大きく取ることを特徴としている。

【0041】

また電極121および122の表面には、基板の導体パターンへのはんだ付け性を向上するために、例えば、溶融はんだ材（Sn : Pb = 9 : 1）または鉛フリー溶融はんだ材の膜131および132が形成されている。溶融はんだ材を用いることにより銅材の電極121または122と基板の導体パターンとの間に拡散層が形成されるため、電極の接合強度が向上しさらに電気的信頼性もまた向上する。

【0042】

なお、抵抗器100の特徴は、抵抗体110が平板からなる単純構造となっており、従来の電流検出用低抵抗器1000に見られるような切り込み1300が無い点である。

【0043】

すなわち、抵抗器100では、抵抗体110の平板の厚み（図1の抵抗器100の上面の電極側、下面の電極側に露出している抵抗体110の厚み）を変化さ

る。
上記の方法で得られた抵抗器100は、

例えば、研磨加工、エッチ加工、カントリフスマシング加工あるいはエッジミング加工などがあり、上記方法を用いて抵抗器100が所定の抵抗値となるように抵抗体

110の厚みを調整する。なお抵抗体510の厚みを調整する場合には、抵抗体510の上面、下面のいずれか一方またはその両面を上記説明した加工方法で加工してもよい。

【0044】

上記のように抵抗器100では、抵抗体110中に切り込みがないため、電流を流したときの電流経路が安定し、切り込みがある場合の抵抗値変化を1／数10～1／200程度に低減できる。

【0045】

また、抵抗体110に約 $2 \sim 7 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ の極めて低い電気抵抗を有する貴金属合金を使用すると、抵抗器100の抵抗値は、約 $0.04 \sim 0.15 \text{m}\Omega$ となるため、高電流の測定に適した抵抗器が得られる。

【0046】

〔抵抗器を用いた電圧の測定〕

図3(a)および図3(b)に作製した抵抗器100の各部の寸法及び抵抗器100を用いて電圧測定を行う際のワイヤの接続位置を示す。抵抗器100の抵抗体110と基板と接合する電極の厚さ t_E は、 $t_E/t_R > 1/10$ となっていいる。

【0047】

図3において、 L_{w1} 、 L_{w2} は、左右のボンディング電極141、142の横方向の幅であり、ボンディング電極141、142中に記載した番号1～18は、ボンディング電極141、142に対して電圧測定用のワイヤを接続する位置を示している。また L_1 、 L_2 は、上記1～18の各ボンディング電極の外側端部からの距離である。

【0048】

なお作製した比較用抵抗器の構造は、抵抗器100の基板と接合する電極の厚さ t_E のみが異なるだけであり（すなわち $t_E/t_R < 1/10$ に設計）、他の

【0049】

図3(a)に例示した L_1 、 L_2 の位置は、それぞれ左右のボンディング電極

の中央部に電圧測定時のワイヤを接続する位置を示しており、 $L_1/L_{w1} = 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} = 0.5$ である。

【0050】

また、図3(a)の(1)～(4)は、それぞれボンディング電極141、142に電圧測定時のワイヤを接続する位置の組み合わせを示している。すなわち、(1)は、ボンディング電極141、142の電圧測定時のワイヤの接続位置が、 $L_1/L_{w1} > 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} > 0.5$ の条件を満たす場合のワイヤの接続位置の組み合わせを示している。

【0051】

同様に(2)は、 $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} > 0.5$ の条件を満たす位置にワイヤを接続する組み合わせを示しており、(3)は、 $L_1/L_{w1} > 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$ の条件を満たす位置にワイヤを接続する組み合わせを示しており、(4)は、 $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$ の条件を満たす位置にワイヤを接続する組み合わせを示している。

【0052】

図4に、図3(a)および図3(b)で示した抵抗器100による電圧測定結果を比較用抵抗器を用いた電圧測定結果と合わせて示す。

【0053】

図4の測定条件(1)～(4)は、図3に示した測定条件(1)～(4)に対応する。なお、抵抗器100等を用いて測定された電圧Vは、次式に示す電圧の変動値ΔV(基準電圧V₀に対する測定電圧)を用いて整理して表示した。

【0054】

$$\Delta V = (V_0 - V) / V_0 \times 100 (\%)$$

また図4では、測定条件(1)～(4)における電圧の変動値(ΔV)を基板に接合する接合電極の厚さ(t_E)と抵抗体の厚さ(t_R)の比がt_E/t_R>1/10の場合とt_E/t_R≤1/10の場合に分けて表示した。

〔抵抗器100の場合〕

まず、第1の実施形態の抵抗器100(t_E/t_R>1/10)の場合において

て、ワイヤを接続する位置が電圧の変動値 ΔV に及ぼす影響について説明する。

【0056】

図4より、条件(1)～(4)の4条件を比較すると、条件(4) ($L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$)は、電圧変動(ΔV)が±0.1%と最も小さく最適条件である。すなわち、電圧測定用ワイヤをボンディング電極141、142に接続する場合、左右ボンディング電極141、142の横幅に対してワイヤを電極の外側端部からどちらも1/2より外側の電極表面部の位置に接続するのが電圧変動を最小にする。

【0057】

上記条件(4)以外の測定結果は、以下の通りである。すなわち、条件(1)の場合 ($L_1/L_{w1} > 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} > 0.5$)は、電圧変動(ΔV)が±5～10%と最も大きく、安定した電圧測定に適さない条件である。すなわち、電圧測定用ワイヤをボンディング電極141、142に接続する場合、左右ボンディング電極141、142の横幅に対してワイヤを電極の外側端部からどちらも1/2より大きい電極の内側表面部の位置に接続すると電圧変動が最大となる。

【0058】

また、条件(2)または条件(3)の場合(2つのワイヤのうち一方のワイヤを電極の外側端部から1/2より小さいすなわち外側の電極表面位置に、他方のワイヤを電極の外側端部から1/2より大きいすなわち内側の電極表面位置に接続する)は、電圧変動(ΔV)は±3～5%であり、条件(1)と条件(4)の中間の条件である。

【0059】

【比較用抵抗器の場合】

次に、比較用抵抗器 ($t_E/t_R < 1/10$)において、ワイヤを接続する位置が電圧変動 ΔV に及ぼす影響について説明する。

図4より、条件(1)～(4)の4条件を比較すると、電圧変動 ΔV は、条件(1)～(4)の全ての条件で±10%以上となり、抵抗器100で得られた電

圧変動 ΔV に比べて大きい。

【0061】

また条件(1)～(4)とワイヤの左右ボンディング電極に接続する位置を変化させても電圧変動 ΔV が変化しないことから、比較用抵抗器電圧測定時においては、ワイヤを左右ボンディング電極に接続する位置の影響を受けない。

【0062】

[抵抗器と比較用抵抗器との比較]

上記抵抗器100および比較用抵抗器の結果より、電圧の変動 ΔV を低く抑え精度良く電圧を測定するためには、抵抗体および接続電極が、電極材料の比抵抗／抵抗体材料の比抵抗＝ $1/150 \sim 1/2$ の条件を満たす材料を用いて作製され、抵抗器の構造として、接合電極の厚さ(t_E)と抵抗体の厚さ(t_R)の比が $t_E/t_R > 1/10$ の条件を満たす必要(抵抗器100の構造)がある。

【0063】

さらに、上記条件を満たす抵抗器100を用いて電圧を測定する場合には、条件(4)に示す条件、すなわち $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$ の条件を満たすボンディング電極141、142の位置にワイヤを接続する(電極の横幅に対するワイヤの接続位置を電極端部からどちらも $1/2$ より外側の位置)と、電圧変動(ΔV)を例えば±0.1%以内の最小変動に抑えることができる。

【0064】

この理由について、図5および図6を用いて説明する。

【0065】

図5は、基板151、152上に載置された抵抗器100を用いて電圧を測定する場合($t_E/t_R > 1/10$)を示しており、図6は、基板1510、1520上に載置された比較用抵抗器を用いて電圧を測定する場合($t_E/t_R < 1/10$)を示している。

(図5または図6で抵抗器を用いて電流I(A)を挿引する場合、抵抗器長さ(l)に、高電流I(A)を流した時の抵抗器の両端における電圧降下V(V)を測

定し、 $I = V/R$ を用いて電流値I(A)を算出する。

【0067】

すなわち、例えば図5または図6に示すように基板のパターン151と接合電極121および基板のパターン152と接合電極122とを接続し、パターン152からパターン151に電流を流しながらボンディング電極141、142間の電圧を測定する。また図5または図6には、抵抗体110中を通過する電流Iの流れも合わせて示している。

【0068】

なお、ボンディング電極141、142間の電圧を正確に測定するためには、ボンディング電極141、142間に電流が殆ど流れない条件で測定するのが望ましく、ボンディング電極141、142間に電流が流れると電圧測定に誤差を生じることになる。

【0069】

まず、図5の抵抗器100を用いて電圧を測定する場合の抵抗体110中を通過する電流Iの流れについて説明する。抵抗器100では接合電極の厚さ(t_E)は $t_E/t_R > 1/10$ となるように、すなわち抵抗体110に対して比較的厚くなるように設計されている。そのため、接合電極の導体抵抗は低くなることから抵抗体110中を通過する電流Iは、接合電極122、121間の最短距離(図5中で太く記載した最短経路)をほとんどの電流が流れ、残りの電流が図中のその他の経路を流れることになる。

【0070】

また図5に示すように、最短経路以外の経路にも電流は流れるが、最短経路より遠くなる経路ほど流れる電流は少なくなる。このため、抵抗器100は、電圧測定時にボンディング電極142とボンディング電極141間に流れる電流を少なく抑えることができるので正確な電圧測定ができる。

【0071】

以上を流れる電流の影響を比較する。ボンディング電極141と142の斜線部で示した外側(電極部分143)の方が内側(電極部分145)に比べて抵抗体1

10中を流れる電流Iの影響を受けにくくなる。同様なことは、ボンディング電極141についてもいえる。すなわち、ボンディング電極141中の斜線部で示した外側（電極部分144）の方が内側（電極部分146）に比べて抵抗体110中を流れる電流Iの影響を受けにくくなる。

【0072】

のことから、図5において、精度良く電圧を測定するには、抵抗体110を流れる電流経路から離れた位置にワイヤを接続して電圧を測定すればよいことがわかる。すなわちワイヤを接続する位置は、ボンディング電極142の外側（電極部分143）とボンディング電極141の外側（電極部分144）が最適の位置であり、一方、逆にボンディング電極142の内側（電極部分145）とボンディング電極141の内側（電極部分146）が最悪の位置であることがわかる。上記説明したことが図4で抵抗器100を用いて条件（1）～（4）の4条件で異なる電圧変動を示した理由である。

【0073】

次に、図6の比較抵抗器を用いて電圧を測定する場合の抵抗体1100中を通過する電流Iの流れについて説明する。比較抵抗器では接合電極の厚さ（ t_E ）は $t_E/t_R < 1/10$ となるように設計されている。そのため、接合電極の導体抵抗は高くなることから抵抗体1110中を通過する電流Iは、接合電極1220、1210間の最短距離（図6中で太く記載した最短経路）を流れる電流が図5に比べ減少し、図6中の最短経路以外の経路を流れる電流が増加する。

【0074】

また図6に示すように、最短経路以外に流れる電流は最短経路より遠くなる経路ほど減少するが、図5に比べかなり多くなる。このため、比較抵抗器を用いて電圧測定を行う場合には、ボンディング電極1410とボンディング電極1420間に流れる電流を少なく抑えることが難しくなるので電圧変動が大きくなり正確な電圧測定ができ難くなる。

まことに、図6に示す電圧測定時のボンディング電極1410に対する抵抗体1100を流れる電流の影響を比較すると、ボンディング電極1420中の斜

線部で示した外側（電極部分1430）と内側（電極部分1450）における抵抗体110中を流れる電流Iの影響に大差がない。同様なことは、ボンディング電極1410でもいえ、ボンディング電極1410中の斜線部で示した外側（電極部分1440）と内側（電極部分1460）との抵抗体110中を流れる電流Iの影響に大差がない。

【0076】

のことから、比較抵抗器では電圧測定時に抵抗体1100中を流れる電流Iの影響を大きく受けるため精度良く電圧を測定することが難しくなる。また、図6よりボンディング電極1410、1420において、外側（電極部分1430、1440）と内側（電極部分1450、1460）では抵抗体1100中を流れる電流Iの影響に大差がないため、ボンディング電極1410、1420のどの位置を用いても精度良く電圧を測定することが難しくなる。上記説明したことかが図4で比較抵抗器を用いて条件（1）～（4）の4条件すべてで、±10%以上の誤差を含む電圧変動を示した理由である。

【0077】

以上説明したように、上述構造の抵抗器を製造する際には、電極材料の比抵抗／抵抗体材料の比抵抗=1/150～1/2の条件を満たす比抵抗を有する材料を用いて抵抗体および電極を作製し、抵抗体と接続電極の厚さの比を1/10以上とすると精度良く電圧を測定できる抵抗器を製造することができ、この抵抗器を用いて電圧を測定する場合には、ワイヤを接続する位置をボンディング電極の中心部より外側を用いて接続することにより、さらに精度良く電圧を測定できる。

【0078】

[第2の実施の形態]

次に、第2の実施の形態の抵抗器について、その構造および特性を以下に説明する。

〔第2の抵抗器の構造〕

図7に、基板550の導体パターン上にはんだ付けされた第2の実施の形態で

ある抵抗器500を示す。抵抗器500は、510の金属製の抵抗体、接続端子である電極521と522から構成されている。

【0080】

抵抗器500を用いた電圧測定においては、基板550の導体パターンと電極521と522とが接続され、抵抗体上の図7に示す542と543位置にワイヤが例えればワイヤボンディング等によりそれぞれ接続され、542と543間の電圧降下が測定される。なお図7に例を示す542と543の幅は、電極521と522の横幅の1/2であり、ワイヤを接続するのに適した位置として形成されたものである。

【0081】

抵抗器500は、1つの直方体形状を有する抵抗体510に2つの直方体形状の電極521を図7に示すように接合した構造である。抵抗体510の厚さ(t_R)は、例えは約 $50\sim2000\mu m$ であり、各電極521、522の厚さ(t_E)は、例えは約 $10\sim500\mu m$ であり、電極521、522の厚みと抵抗体510の厚みの比は $t_E/t_R > 1/10$ に設計されている。また、各電極の表面には、約 $2\sim10\mu m$ の溶融はんだ膜531、532が形成されている。

【0082】

抵抗器500は、放熱しやすいように設計されており、プリント配線板などに実装する際の基板550としては、例えはアルミニウム基板やガラスエポキシ基板、メタルコア基板(アルミニウムなどの金属上に窒化ホウ素などの絶縁接着層を介してCuパターンが貼り付けられている放熱性を考慮した基板)、DBC基板(ダイレクトボンディングカッパー基板で、アルミナや窒化アルミの高放熱性の基材に接着層を介さず直接銅パターンをダイレクトに貼り付けた基板)などが用いられ、その基板550もヒートシンクなどに接続された構造となっている。

【0083】

すなわち、高電流を測定したときに抵抗器500に発生する熱は、基板550

抵抗器500は、基板550との接合面である電極521、522に熱伝導の良い銅の厚板を用い、接合面積を大きく取ることを特徴としている。

【0084】

また、高電流を測定するときの電流は、基板550のパターンより抵抗器500の一方の電極521を介して抵抗体510に流れ、さらに抵抗体510から他の1つの電極522へと流れる。また、抵抗体510上の542や543に示した位置と基板550の所定パターンとをアルミニウムワイヤなどによりワイヤボンディングすることによって接続し、高電流を流したときのパターン間、すなわち抵抗器500の両端における電圧降下を測定する。このため図8の構造を有する抵抗器500は、大電流での使用が可能である。

【0085】

なお上記説明ではワイヤボンディングで接続する例を示したが、ワイヤボンディングなしでも基板ランドパターンより電圧測定用ランドパターンを取り出して電圧降下を測定することも可能である。

【0086】

抵抗体510用材料としては、例えば、Cu-Ni合金(CN49Rなど)や図4に示す各種金属合金および各種貴金属合金が用いられ、仕様に応じて決定される比抵抗、TCR、抵抗値変化などの各種特性に適合する金属合金や貴金属合金などが図4より適宜選択されて使用される。また図4以外にも、例えば、マンガン・銅・ニッケル合金などを使用しても良い。

【0087】

また、図4に示すように、貴金属合金を使用する場合には、約2～約7 $\mu\Omega\cdot cm$ と極めて低い電気抵抗を有する抵抗体110が得られ、例えば、これらの貴金属合金を抵抗体510として使用する場合には、図8に示す構造の抵抗器500の抵抗値は、約0.04～0.15m Ω となる。

【0088】

また電極521および522の材料としては、電気抵抗が抵抗体510に比べて小さい銅材料(例えば、1.6 $\mu\Omega\cdot cm$ 程度)が用いられ、抵抗体510と

【0089】

なお電極521および522用に用いられる電極材料および抵抗体510用に用いられる抵抗体材料とは、それらの材料の比抵抗の比が次式に示す。

電極材料の比抵抗／抵抗体材料の比抵抗 = 1 / 150 ~ 1 / 2
の条件を満たす比抵抗を有する材料を用いて作製されるのがより好ましい。

【0090】

2つの電極521および522の電極面は、高電流を測定する際に発生する熱を放熱しやすくするため、基板550方向に熱が伝達されやすいように電極面積を広くとるように設計されており、熱伝導性の良い銅の厚板を用い、接合面積を大きく取ることを特徴としている。

【0091】

また電極521および522の表面には、基板の導体パターンへのはんだ付け性を向上するために、例えば、溶融はんだ材 ($S_n : P_b = 9 : 1$) または鉛フリー溶融はんだ材の膜531および532が形成されている。溶融はんだ材を用いることにより銅材の電極521または522と基板の導体パターンとの間に拡散層が形成されるため、電極の接合強度が向上しさらに電気的信頼性もまた向上する。

【0092】

なお、抵抗器500の特徴は、抵抗体510が平板からなる単純構造となっており、従来の図12におけるシャント抵抗器1000に見られるような切り込み1300が無い点である。

【0093】

すなわち、抵抗器500では、抵抗体510の平板の厚み（図7の抵抗器500の上面および下面の電極側に露出している抵抗体510の厚み）を変化させることにより抵抗値を調整する。抵抗体510の厚みを調整する方法としては、例えば、研磨加工、レーザ加工、サンドブラスト加工あるいはエッチング加工などがあり、上記方法を用いて抵抗器500が所定の抵抗値となるように抵抗体51

の片面、二面及びそれから二面またはその両面を右記説明した加工方法で加工してもよい。

【0094】

上記のように抵抗器500では、抵抗体510中に切り込みがないため、電流を流したときの電流経路が安定し、切り込みがある場合の抵抗値変化($\Delta R/R$)を1/数10~1/200程度に低減できる。

【0095】

また、抵抗体510に約 $2\sim 7 \mu\Omega \cdot cm$ の極めて低い電気抵抗を有する貴金属合金を使用すると、抵抗器500の抵抗値は、約 $0.04\sim 0.15 m\Omega$ となるため、高電流の測定に適した抵抗器が得られる。

【0096】

[抵抗器を用いた電圧の測定]

図8(a)および図8(b)に上記の製造方法で作製した抵抗器500の各部の寸法及び抵抗器500を用いて電圧測定を行う際のワイヤの接続位置を示す。抵抗器500の抵抗体510と基板と接合する電極の厚さ t_E は、 $t_E/t_R > 1/10$ となっている。

【0097】

図8(a)および図8(b)において、 L_{w1} 、 L_{w2} は、接合電極電極522、521と同じ横幅であり、抵抗体510の左側表面部542および右側表面部543に記載した番号1~18を付した位置は、電圧測定時にワイヤを接続する位置を示している。すなわち、 L_1 は、抵抗体510の左外側端部からの距離であり、 L_2 は、抵抗体510の右外側端部からの距離である。

【0098】

なお作製した比較用抵抗器の構造は、抵抗器500の基板と接合する電極の厚さ t_E のみが異なるだけであり(すなわち $t_E/t_R < 1/10$ に設計)、他の寸法は抵抗器500と全て同じである。

【0099】

図8(a)に例示した L_1 、 L_2 の位置は、それぞれ電圧測定時のワイヤを抵抗体510に接続する位置である。

【0100】

また、図8（a）の（1）～（4）は、それぞれ抵抗体510の表面に電圧測定時のワイヤを接続する位置の組み合わせを示している。すなわち、（1）は、ワイヤの接続位置が、 $L_1/L_{w1} > 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} > 0.5$ の条件を満たす場合のワイヤの接続位置の組み合わせを示している。

【0101】

同様に（2）は、 $L_1/L_{w1} > 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$ の条件を満たす位置にワイヤを接続する組み合わせを示しており、（3）は、 $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} > 0.5$ の条件を満たす位置にワイヤを接続する組み合わせを示しており、（4）は、 $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$ の条件を満たす位置にワイヤを接続する組み合わせを示している。

【0102】

図9に、図8（a）および図8（b）で示した抵抗器500による電圧測定結果を比較用抵抗器を用いた電圧測定結果と合わせて示す。

【0103】

図9の測定条件（1）～（4）は、図8に示した測定条件（1）～（4）に対応する。なお、抵抗器500等を用いて測定された電圧Vは、次式に示す電圧の変動値 ΔV （基準電圧 V_0 に対する測定電圧）を用いて整理して表示した。

【0104】

$$\Delta V = (V_0 - V) / V_0 \times 100 (\%)$$

また図9では、測定条件（1）～（4）における電圧の変動値（ ΔV ）を基板に接合する接合電極の厚さ（ t_E ）と抵抗体の厚さ（ t_R ）の比が $t_E/t_R > 1/10$ の場合と $t_E/t_R \leq 1/10$ の場合に分けて表示した。

【0105】

【抵抗器500の場合】

まず、第2の実施形態の抵抗器500（ $t_E/t_R > 1/10$ ）の場合において、ワイヤを接続する位置が電圧の変動値 ΔV に及ぼす影響について説明する。

図9より、条件（1）～（4）の各条件を比較すると、条件（1）（ $L_{w1} < 0.5$ 、 $L_{w2} < 0.5$ ）は、電圧変動（ ΔV ）が±0.1%以内

と最も小さく最適条件である。すなわち、電圧測定用ワイヤを抵抗体510の表面部に接続する際に、図8の542および543（外側端部から1/2より小となる抵抗体表面部）の位置に接続すると電圧変動を最小にすることができる。

【0107】

上記条件（4）以外の測定結果は、以下の通りである。すなわち、条件（1）の場合 ($L_1/L_{w1} > 0.5$, $L_2/L_{w2} > 0.5$) は、電圧変動 (ΔV) が $\pm 5 \sim 10\%$ と最も大きく、安定した電圧測定に適さない条件である。すなわち、電圧測定用ワイヤを抵抗体510の表面部に接続する際に、図8の544および546（外側端部から1/2より大となる抵抗体表面部）の位置に接続すると電圧変動が最大となる。また、条件（2）または条件（3）の場合（2つのワイヤのうち一方のワイヤを抵抗体510の外側端部から1/2より小さい位置すなわち外側の位置に、他方のワイヤを抵抗体510の外側端部から1/2より大きい位置すなわち内側の位置に接続する）は、電圧変動 (ΔV) は $\pm 3 \sim 5\%$ であり、条件（1）と条件（4）の中間の条件である。

【0108】

〔比較用抵抗器の場合〕

次に、比較用抵抗器 ($t_E/t_R < 1/10$)において、ワイヤを接続する位置が電圧変動 ΔV に及ぼす影響について説明する。

【0109】

図9より、条件（1）～（4）の4条件を比較すると、電圧変動 ΔV は、条件（1）～（4）の全ての条件で $\pm 10\%$ 以上となり、抵抗器500で得られた電圧変動 ΔV に比べて大きい。

【0110】

また条件（1）～（4）とワイヤの接続位置を変化させても電圧変動 ΔV が変化しないことから、比較用抵抗器を用いた電圧測定時においては、ワイヤを接続する位置の影響を受けない。

〔抵抗器と比較用抵抗器との比較〕

上記抵抗器500および比較用抵抗器の結果より、電圧の変動 ΔV を低く抑え

精度良く電圧を測定するためには、抵抗器の構造として、接合電極の厚さ (t_E) と抵抗体の厚さ (t_R) の比が $t_E/t_R > 1/10$ の条件を満たす必要（抵抗器 100 の構造）がある。

【0112】

さらに、上記条件を満たす抵抗器 500 を用いて電圧を測定する場合には、条件(4)に示す条件、すなわち $L_1/L_{w1} < 0.5$ 、 $L_2/L_{w2} < 0.5$ の条件を満たす 542、543 の抵抗体の位置にワイヤを接続する（電極の横幅に対するワイヤの接続位置を電極端部からどちらも $1/2$ より外側の位置）と、電圧変動 (ΔV) を例えば $\pm 0.1\%$ 以内の最小変動に抑えることができる。

【0113】

この理由について、図 10 および図 11 を用いて説明する。

【0114】

図 10 は、基板のパターン 551、552 上に載置された抵抗器 500 を用いて電圧を測定する場合 ($t_E/t_R > 1/10$) を示しており、図 11 は、基板のパターン 1551、1552 上に載置された比較用抵抗器を用いて電圧を測定する場合 ($t_E/t_R < 1/10$) を示している。図 10 または図 11 で抵抗器を用いて電流 I (A) を検出する場合、抵抗器 R (Ω) に、高電流 I (A) を流した時の抵抗器の両端における電圧降下 V (V) を測定し、 $I = V/R$ を用いて電流値 I (A) を算出する。

【0115】

すなわち、例えば図 10 でいえば、基板のパターン 552 と接合電極 522 および基板のパターン 551 と接合電極 521 とを接続し、パターン 552 からパターン 551 に電流を流しながら例えば抵抗体表面部の 542 と 543 間の電圧を測定する。また図 11 でいえば基板のパターン 1552 と接合電極 1522 および基板のパターン 1551 と接合電極 1521 とを接続し、パターン 1552 からパターン 1551 に電流を流しながら例えば抵抗体表面部の 1542 と 1543

に接続する。このとき甲を通じて電流 I の流れを示す。このとき、

【0116】

なお、例えば抵抗体表面部542と543間に電圧を正確に測定するためには、抵抗体表面部の542と543間に電流が殆ど流れない条件で測定するのが望ましく電流が流れると電圧測定に誤差を生じることになる。

【0117】

まず、図10の抵抗器500を用いて電圧を測定する場合の抵抗体510中を通過する電流Iの流れについて説明する。抵抗器500では接合電極の厚さ(t_E)は $t_E/t_R > 1/10$ となるように、すなわち抵抗体510に対して比較的厚くなるように設計されている。そのため、接合電極の導体抵抗は低くなることから抵抗体510中を通過する電流Iは、接合電極521、522の最短距離(図10中で太く記載した最短経路)をほとんどの電流が流れ、残りの電流が図中の他の経路を流れることになる。

【0118】

また図10に示すように、最短経路以外の経路に流れる電流は、最短経路より遠くなる経路ほど流れる電流が少なくなる。このため例えば抵抗体表面部542と543における抵抗器500の電圧を正確に測定するためには、抵抗体表面部542と543間に電流が殆ど流れない条件で電圧を測定するほど正確な電圧測定ができる。

【0119】

また、図10に示す電圧測定時のワイヤの接続位置542と544における抵抗体510を流れる電流の影響を比較すると、542の方が544に比べて抵抗体510中を流れる電流Iの影響を受けにくくなる。同様なことは、ワイヤの接続位置543と546についてもいえる。すなわち、543の方が546に比べて抵抗体510中を流れる電流Iの影響を受けにくくなる。

【0120】

のことから、図10において、精度良く電圧を測定するには、抵抗体510を流れる電流経路から離れた位置にワイヤを接続して電圧を測定すればよいこと

適の位置であり、一方、逆にワイヤが542と543の組み合せが最悪の位置であることがわかる。上記説明したことが図9で抵抗器500を用いて条件(1)～(4)

) の4条件で異なる電圧変動を示した理由である。

【0121】

なお抵抗器500における図9に示した測定結果は、抵抗器100における図4に示した測定結果とほぼ同じである。このことは、電圧測定においては抵抗器100のようにボンディング電極を使用しても抵抗器500のようにボンディング電極を使用しなくても両者の測定結果に変化を生じないことを示している。この理由は、電圧測定時の電圧変動は、抵抗体内部を通過する電流経路に依存するためである。すなわち抵抗器100と抵抗器500における電流経路および最短経路は図5と図10に示すように全く同じである。また電圧測定用にワイヤを接続する位置が両者で同じであれば、電圧測定時に電圧変動の原因となる電流分布は同じである。そのため、図3と図8に示すようワイヤを接続する位置が同一の(1)～(4)の条件では、ボンディング電極を使用しても使用しなくても電圧測定時の電圧変動に差がない結果が得られたものである。

【0122】

次に、図11の比較抵抗器を用いて電圧を測定する場合の抵抗体1510中を通過する電流Iの流れについて説明する。比較抵抗器では接合電極の厚さは $t_E/t_R < 1/10$ となるように設計されている。そのため、接合電極の導体抵抗は高くなることから抵抗体1510中を通過する電流Iは、接合電極1522、1521の最短距離(図11中で太く記載した最短経路)を流れる電流が図10に比べ減少し、図11中の最短経路以外の経路を流れる電流が増加する。

【0123】

また図11に示すように、最短経路以外に流れる電流は最短経路より遠くなる経路ほど減少するが、図10に比べかなり多くなる。このため、比較抵抗器を用いて電圧測定を行う際に測定部に流れる電流を少なく抑えることが難しくなるので電圧変動が大きくなり正確な電圧測定ができ難くなる。

【0124】

電流の影響を比較すると、図11と図10で測定部に流れる電流Iの影響に大差がない。同様なことは、抵抗体の表面部1543、1546でもいえ、抵抗体の表

面部1543、1546を流れる電流Iの影響に大差がない。

【0125】

このことから、比較抵抗器では電圧測定時に抵抗体1510中を流れる電流Iの影響を大きく受けるため精度良く電圧を測定することが難しくし、ワイヤ接続部の位置を変えても精度良く電圧を測定することができない。上記説明したことが図9で比較抵抗器を用いて条件(1)～(4)の4条件すべてで、±10%以上の誤差を含む電圧変動を示した理由である。

【0126】

以上、第1の実施の形態および第2の実施の形態で説明したように、上述構造の抵抗器を製造する際には、抵抗体と接続電極の厚さの比を1/10以上すると精度良く電圧を測定できる抵抗器を製造することができる。

【0127】

また、第1の実施の形態で示した抵抗器を用いて電圧を測定する場合には、電圧測定用のワイヤを接続する位置をボンディング電極の中心部より外側、すなわち電極の電流の向きに沿う長さの1/2よりも外側に電圧測定用のワイヤを接続して使用することにより、さらに精度良く電圧を測定できる。

【0128】

また、第2の実施の形態で示した抵抗器を用いて電圧を測定する場合には、電圧測定用のワイヤを抵抗体に接続する位置を、図7に示す542および543の位置（すなわち、抵抗体の両端部に電極521、522が配置された第1面に対向する抵抗体の第二の面でかつ電極の電流の向きに沿う長さの1/2よりも外側の位置）に、電圧測定用のワイヤを接続して使用することにより、さらに精度良く電圧を測定できる。

【0129】

〔第3の実施の形態〕

第1の実施の形態および第2の実施の形態では、抵抗器およびその抵抗器を用

て使用する場合には、(a)-(c)は、例えば、第1の実施の形態および第2の実施の形態で説明したように、上記の抵抗器を電圧測定用のワイヤを用いて接続する

必要があり、ユーザにとっては、この電圧測定用のワイヤの接続が手間となる場合がある。

【0130】

このように、ユーザにとって電圧測定用のワイヤ接続が億劫な場合には、例えば、上記説明した抵抗器を予め専用基板の最適な位置に電圧測定用ワイヤを用いて接続し、電圧測定用の電子部品としてモジュール化したものをユーザに提供することも可能である。

【0131】

この電子部品が提供されるとユーザは、ワイヤボンディングなどの作業の手間を省くことができるため、さらに容易に電圧測定を実施可能である。

【0132】

そこで、以下に図面を参照して、第3の実施の形態および第4の実施の形態では、第1の実施の形態および第2の実施の形態で説明した抵抗器を用いて作製した電圧測定用の電子部品およびそれらの使用方法について詳細に説明する。

【0133】

まず、第3の実施の形態の電子部品について、その構造および特性を以下に説明する。

【0134】

【電流検出用電子部品の構造】

図13に、電流検出用の電子部品200の構造を示す。電子部品200は、抵抗器100を専用基板180上に搭載してモジュール化したものであり、ユーザによる抵抗器100を用いる電流検出をより容易に実行できるように考案されたものである。

【0135】

すなわち、基板180には、電極121、122よりも高い比抵抗を有する絶縁体183上に、銅材料などからなる複数の配線用パターン161、162、1

それぞれの対向する位置にある各配線ハターハーフ163、164に直接載置され、またボンディング電極141と142は、電圧測定用のワイヤ181、182を

介して基板180の各配線パターン171、172と接続されている。

【0136】

また各ボンディング電極141と142上におけるワイヤ181、182の接続位置は、各ボンディング電極141と142の横幅に対して図13に示すように1/2より外側の位置、すなわち電流の向きに沿う電極長さの1/2より外側であるワイヤ接続に適した位置143と144に形成されている。

【0137】

したがって、ユーザは、電子部品200を用いることにより抵抗器100に電圧測定用のワイヤ181、182をボンディング接続する手間を省くことができる。また電子部品200は、小型でスペースをとらない構造となっているため、ユーザは、この電子部品200を、例えば図1に示す基板150の任意の位置に取り付けることも可能である。また図13において、抵抗値100のすべてとワイヤ181、182のすべてと配線パターン161、162、171、172の各一部とをモールド樹脂成形してもよい。

【0138】

【第4の実施の形態】

【電流検出用電子部品の構造】

次に、第4の実施の形態の電子部品について、その構造および特性を以下に説明する。図14に、電流検出用の電子部品600の構造を示す。電子部品600は、図7に示す抵抗器500を専用基板580上に搭載してモジュール化したものであり、ユーザによる抵抗器500を用いる電流検出をより容易に実行できるように考案されたものである。

【0139】

すなわち、基板580には、電極521、522よりも高い比抵抗を有する絶縁体583上に、銅材料などからなる複数の配線用パターン561、562、571、572が形成されている。また、抵抗器500の電極521、522は、

おり、さらに抵抗体の521と522の位置において、電圧測定用のワイヤ581、582を介して基板580の各配線パターン571、572と接続されてい

る。

【0140】

なお図14における抵抗体510にワイヤを接続する542と543の位置は、抵抗体の両端部に電極521、522が配置された第1面に対向する抵抗体の第二の面でかつ電極の電流の向きに沿う長さの1/2よりも外側の位置であり、この542と543の位置で電圧測定用のワイヤ581、582を接続することにより、さらに精度良く電圧を測定できる。

【0141】

したがって、ユーザは、電子部品600を用いることにより、抵抗器500に電圧測定用のワイヤをボンディング接続する手間を省くことができる。また電子部品600は小型でスペースをとらない構造となっているため、ユーザは、この電子部品600を例えば、図7に示す基板550の任意の位置に取り付けることも可能である。

【0142】

また図14において、抵抗器500のすべてとワイヤ581、582のすべてと配線パターン561、562、571、572の各一部とをモールド樹脂成形または他の方法にてモジュール化、集積化してもよい。

【0143】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明により電流測定に適した抵抗器およびその使用方法を提供することができる。

【0144】

またさらに、本発明により上記の電流測定に適した抵抗器を用いる電子部品およびその使用方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1は、本発明に係る抵抗器の構成を示す断面図である。

【図2】

抵抗体の種類を示す図である。

【図3】

本発明の第一の実施形態である抵抗器の寸法およびワイヤ接続位置を示した図である。

【図4】

本発明の第一の実施形態である抵抗器へのワイヤ接続位置および接合電極厚さ／抵抗体の厚さによる電圧変動値を比較した図である。

【図5】

接合電極厚さ／抵抗体の厚さが電流の流れに及ぼす影響を説明した図である。

【図6】

接合電極厚さ／抵抗体の厚さが電流の流れに及ぼす影響を説明した図である。

【図7】

本発明の第二の実施形態である抵抗器の概略構造図である。

【図8】

抵抗器の寸法およびワイヤ接続位置を示した図である。

【図9】

抵抗器へのワイヤ接続位置および接合電極厚さ／抵抗体の厚さによる電圧変動値を比較した図である。

【図10】

接合電極厚さ／抵抗体の厚さが電流の流れに及ぼす影響を説明した図である。

【図11】

接合電極厚さ／抵抗体の厚さが電流の流れに及ぼす影響を説明した図である。

【図12】

従来のシャント抵抗器の概略構造図である。

【図13】

本発明の第三の実施形態である電流測定用電子部品の概略構造図である。

【図14】

（略）

【符号の説明】

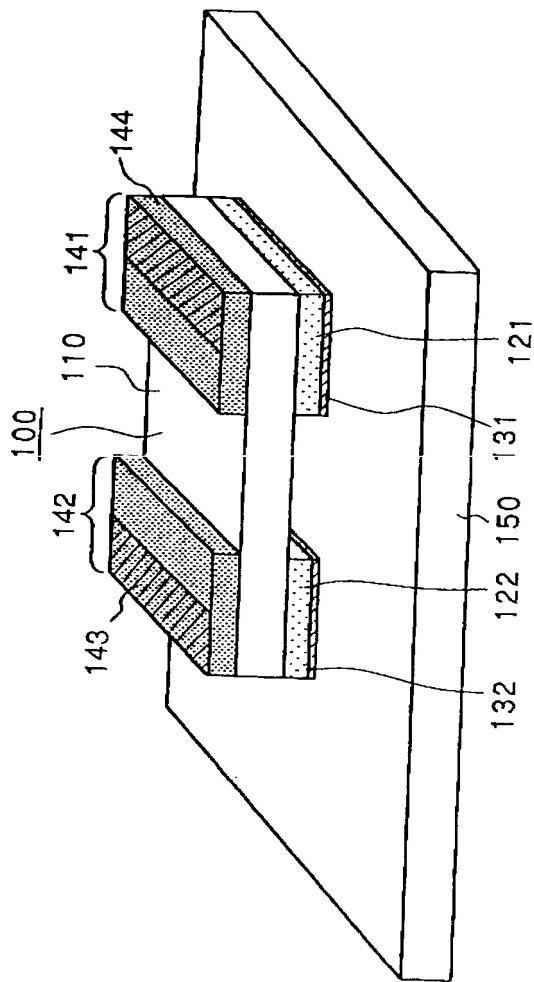
100 抵抗器

- 110 抵抗体
- 121 接合用電極
- 122 接合用電極
- 131 溶融はんだ材
- 132 溶融はんだ材
- 141 ボンディング電極
- 142 ボンディング電極
- 143 電圧測定用ワイヤの接続に適した位置
- 144 電圧測定用ワイヤの接続に適した位置
- 200 電子部品
- 161 配線用パターン
- 162 配線用パターン
- 171 配線用パターン
- 172 配線用パターン
- 180 基板
- 181 電圧測定用ワイヤ
- 182 電圧測定用ワイヤ
- 183 絶縁体

【書類名】

図面

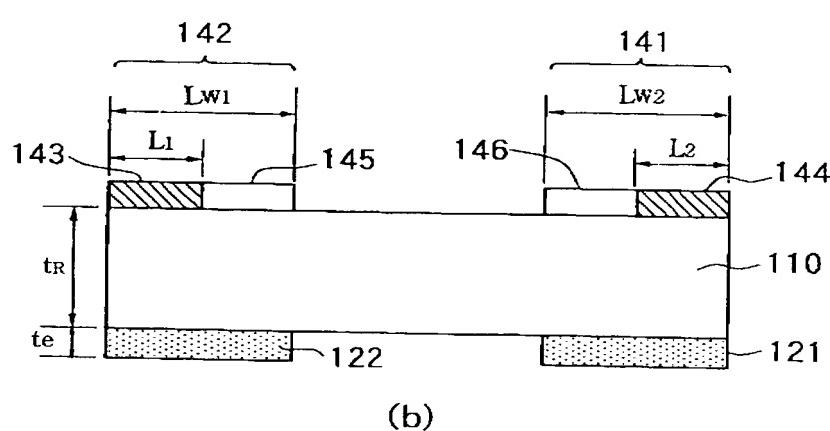
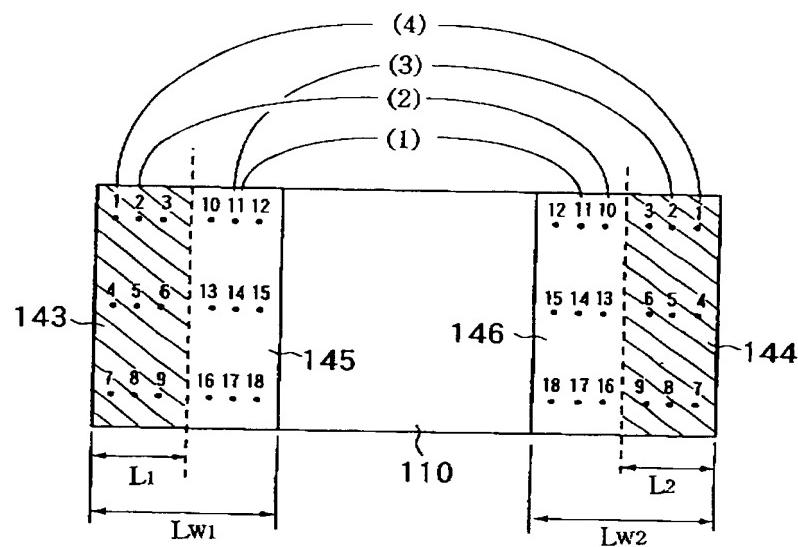
【図1】



【図2】

抵抗体種類	組成/組成比	品名例	比抵抗 ($\mu\Omega \cdot \text{cm}$)
Cu-Ni系合金	Ni/2~50, Cu/98~50	JIS規格品など	5~49
Ni-Cr系合金	Cr/15~21, Ni/77~57.他	JIS規格品など	~100
Fe-Cr系合金	Cr/17~26, Fe/81~68.他	JIS規格品など	130~165
6元系合金	Pt + Pd/45, Ag/38.他	Paliney # 6 など	6.1
7元系合金	Pt + Pd + Au/55 Ag/30.他	Paliney # 7 など	6.9
8元系合金	Pt + Pd/45, Ag/38.他	Paliney # 8 など	5.9
9元系合金	Pt + Pd + Au/55 Ag/30.他	Paliney # 9 など	7.2
Pd-Pt系合金	Pt + Pd/80, Ag/4.5.他	NeyoroG など	4.4
Au-Ag合金	Au/75,Ag/25	Neyoro28 など	2.1
Au-Pt-Ag 合金	Au + Pt/75, Pd/25	Neyoro69 など	3.1

【図3】

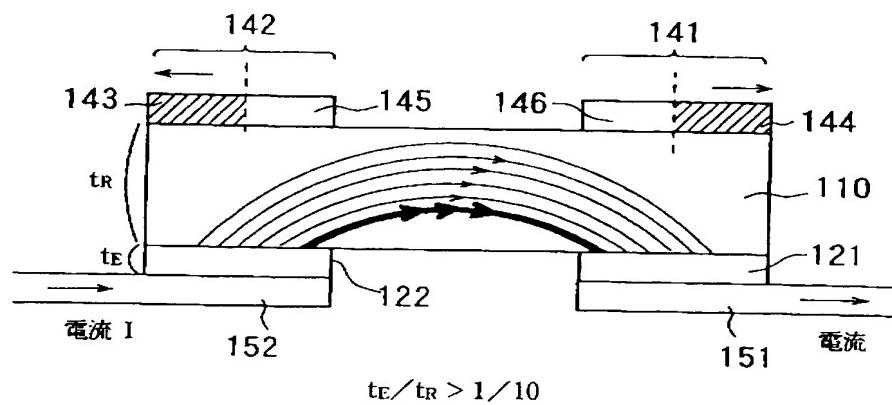


【図4】

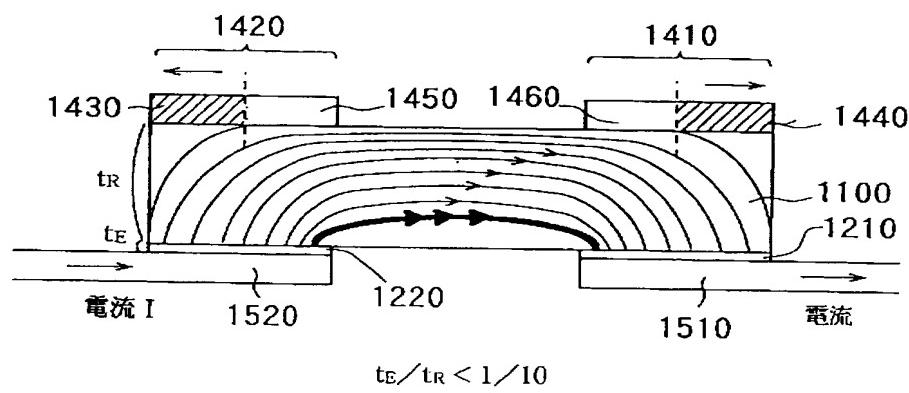
条件	リード線接続位置		電圧の変動値△V(%)
	左側電極 (L ₁ / L _{W1})	右側電極 (L ₂ / L _{W2})	
(1)	0.5より大	0.5より大	±10%以上 1/10以下 ¹⁾ 1/10より大 ²⁾
(2)	0.5より大	0.5より小	±10%以上 ±5~10%
(3)	0.5より小	0.5より大	±10%以上 ±3~5%
(4)	0.5より小	0.5より小	±10%以上 ±0.1%以内

- 1) 比較に用いた抵抗器
2) 本実施形態の抵抗器

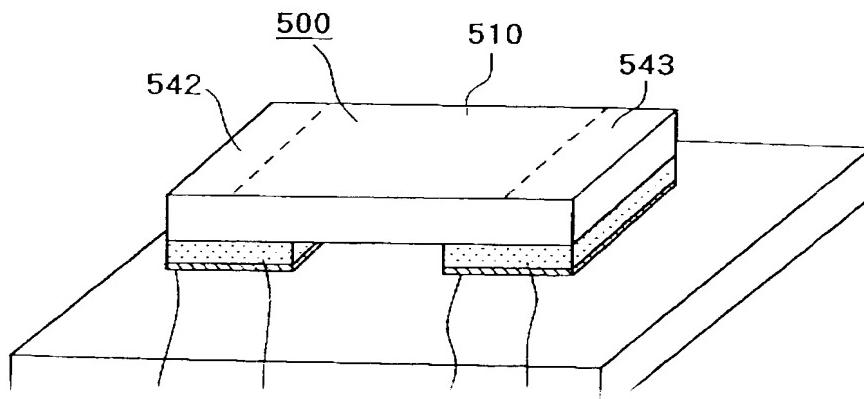
【図5】



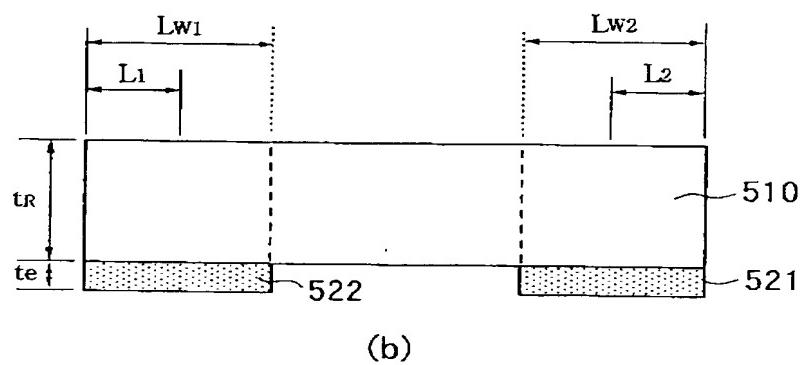
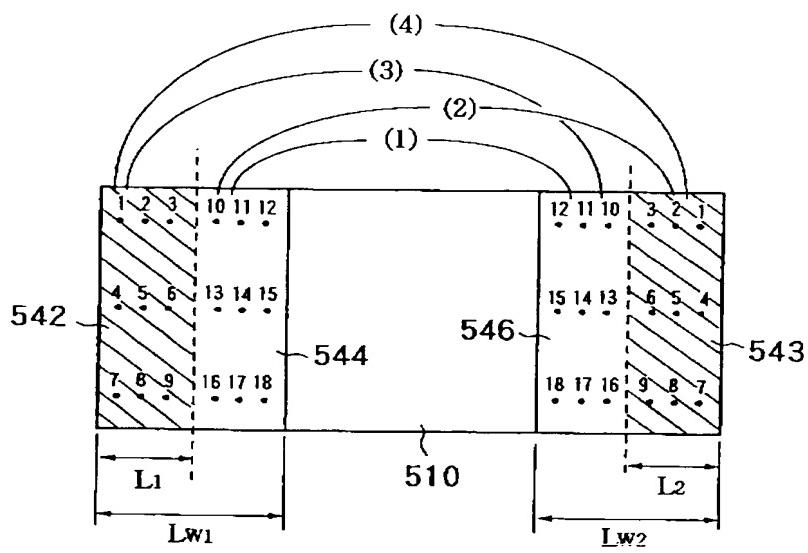
【図6】



【図7】



【図8】

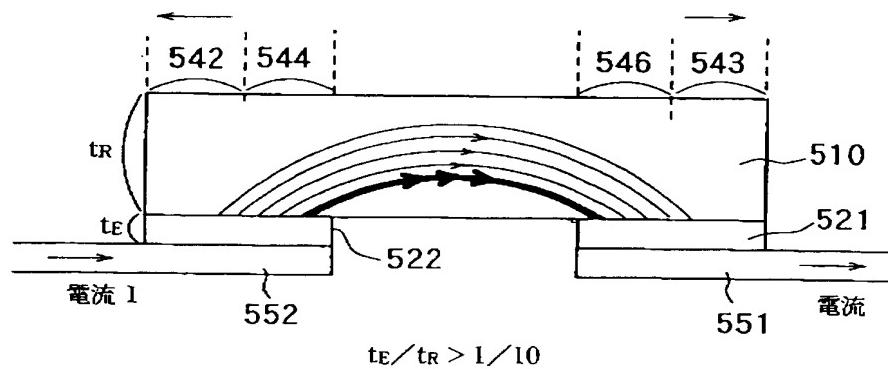


【図9】

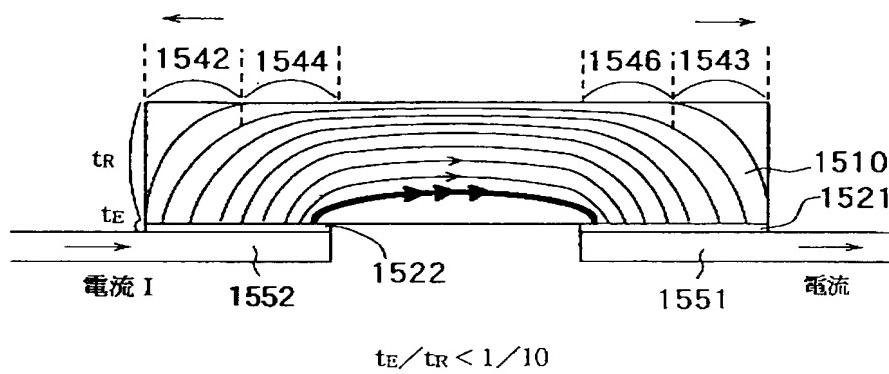
条件	リード線接続位置		電圧の変動値 $V/V_0(\%)$
	左側電極 (L_1/L_{W1})	右側電極 (L_2/L_{W2})	
(1)	0.5より大	0.5より大	$\pm 10\% \text{以上}$
(2)	0.5より大	0.5より小	$\pm 10\% \text{以上}$
(3)	0.5より小	0.5より大	$\pm 10\% \text{以上}$
(4)	0.5より小	0.5より小	$\pm 10\% \text{以上}$

接合電極の厚さ／抵抗体の厚さの比 t_R/t_S
 1) 10より小 1) 10より大 2)

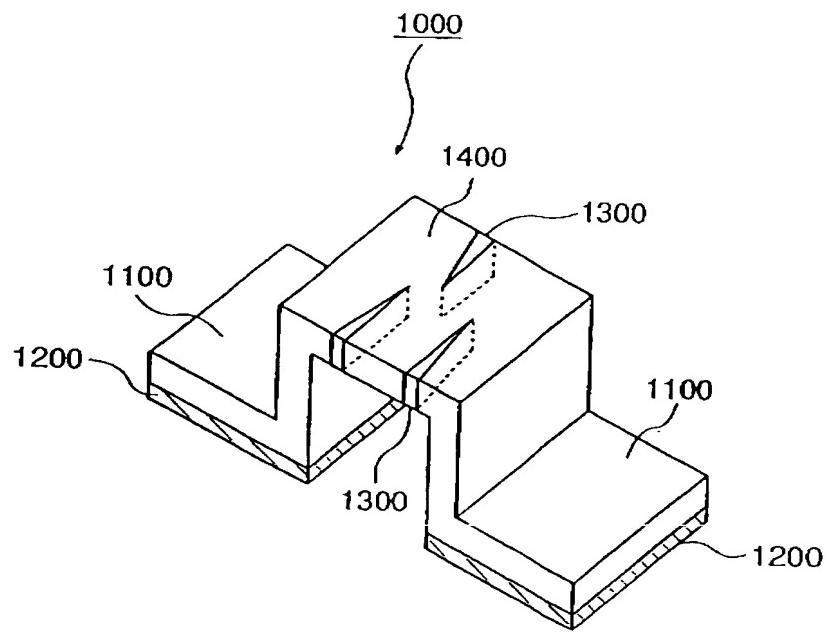
【図10】



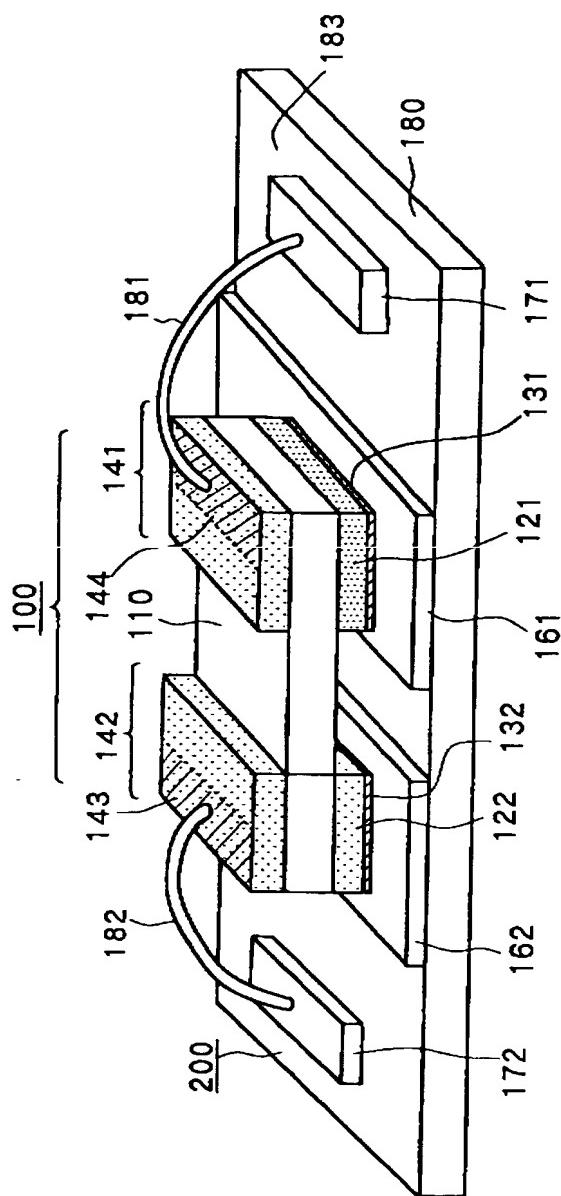
【図11】



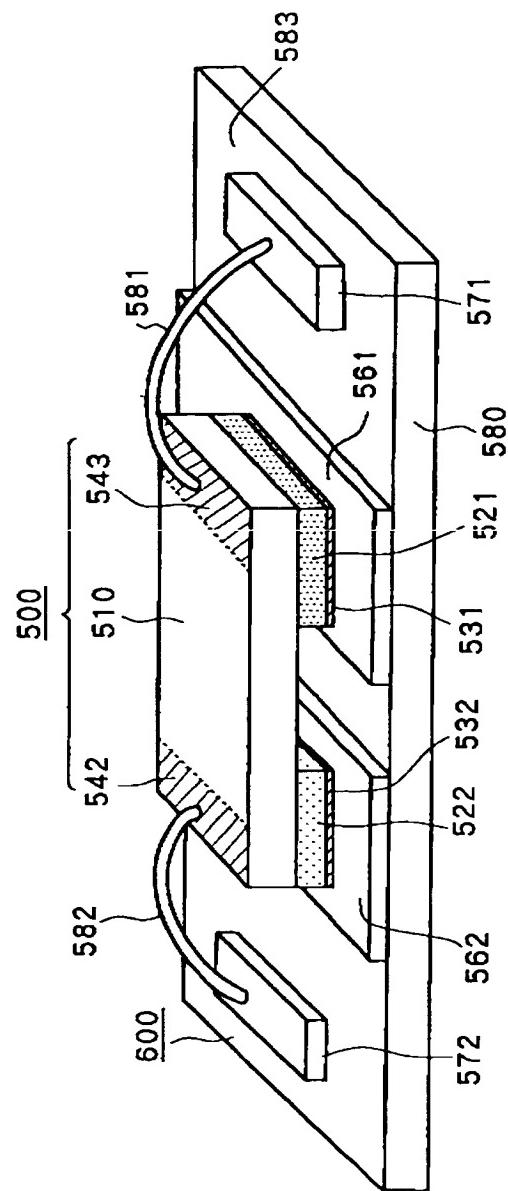
【図12】



【図13】



【図14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電流測定に適した抵抗器およびその使用方法を提供する。またさらに、上記抵抗器を用いる電子部品およびその使用方法を提供する。

【解決手段】 抵抗器100は、110に示す貴金属合金等から製造される抵抗体および121と122に示す高伝導性の接合用電極、141と142に示すボンディング電極から構成され、接合用電極の厚さ t_E と抵抗体の厚さ t_R の比は、 $t_E/t_R > 0.1$ に制御されている。またボンディング電極141、142の横幅の1/2より外側端部143、144には、電圧測定用のワイヤを接続するのに適した位置が形成されている。このため抵抗器100は、電流を精度よく測定できる。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000105350]

1. 変更年月日 1990年 8月23日

[変更理由] 新規登録

住 所 長野県伊那市大字伊那3672番地
氏 名 コーナー株式会社